

Arbeidskravsprofil, melkesyrekonsentrasjon i blod og opplevd anstrengelser under VM i 1998 og 1999 i gresk-romersk bryting

Av: Per Tveit, Sander Csergö, Johnny Nilsson og Per E. Refsnes

Innledning

Bakgrunnen for at forskningsprosjektet under VM 1998 i gresk-romersk bryting ble gjennomført, var at Sveriges Olympiska Komitté utlyste at hvert særforbund med olympisk tilknytning, skulle utarbeide en arbeidskravsanalyse for sin egen idrett. Det var i denne sammenhengen at den svenske bryteren Sandor Csergö sammen med representanter for svensk og norsk idrettsforskning (Idrottshögskolan i Stockholm, EIC Bosön, Norges idrettshøgskole og Toppidrettssenteret, NIF/NOK) startet opp studien. Hovedmålet var å kartlegge fysiske arbeidskrav under brytekamper på topp, internasjonalt seniornivå. Formålet med studien var altså å avdekke brytingens arbeidskravsprofil, de anaerobe prosessene, det vil si å måle melkesyreopphopning, samt avdekke bryternes egen vurdering av anstrengelse eller tretthet i ulike muskelgrupper etter kamp i mesterskapssammenheng.

Forskningsprosjektet fra VM 1998 ble med visse modifiseringer fulgt opp under VM 1999. Målet var å avdekke hvordan de nye regelendringene, fra fem effektive kampminutter til 2x3 minutter med 30 sekunders pause mellom og innføring av krysstakskobling etter null poeng i kampens første periode, innvirket på parametrene som er nevnt ovenfor.

Til tross for at amatørbrytingens fysiologiske kravsprofil har vært beskrevet atskillige ganger (se bl a Horswill 1992), har arbeidskravsprofilen hos senioreliten i gresk-romersk mesterskapssammenheng så vidt vi vet, ikke vært undersøkt. Derimot, rapporterte Cinar og Tamer (1994) under EM i fristil 1989 blodsukkerkonsentrasjoner rundt 104 mg% (rundt 11,6 mmol/liter) fem minutter etter bryternes siste kamp i turneringen.

Informasjoner om arbeids- og hvileintervaller, melkesyrekonsentrasjon i blodet og egenvurdering av anstrengelse kan gi verdifull vurdering om brytingens intensitetsnivåer og energigivende prosesser. Data om arbeids- og hvileintervaller under mesterskap gir verdifull informasjon til bruk ved planlegging av treningsprogram for tilvending til de arbeidskrav som stilles på verdensnivå. Den erfarte anstrengelsen i spesifikke muskelgrupper gir informasjon om behovet for spesifikk styrke- og utholdenhetstrening.

Målet med undersøkelsen var å kunne beskrive de nedenfor angitte parametrene for ulike vektclasser og kampvarigheter i bryting:

- Varighet og antall av arbeids- og hvileintervaller
- Melkesyrekonsentrasjonen i blodet
- Egenvurdering av opplevd anstrengelse eller tretthet i armer, bein, bol samt generelt.

Metode

Brytere: I studien under VM 1998 deltok 42 brytere fra 9 nasjoner med 94 kamper (tabell 1), hvilket vil si 19 prosent av alle deltakere, 18 prosent av alle nasjoner samt 24 prosent av alle kamper. I VM-studien 1999 deltok 12 brytere fra Norge og Sverige med 33 kamper (tabell 1), hvilket tilsvarer 4 prosent av alle nasjoner og 8 prosent av alle kamper.

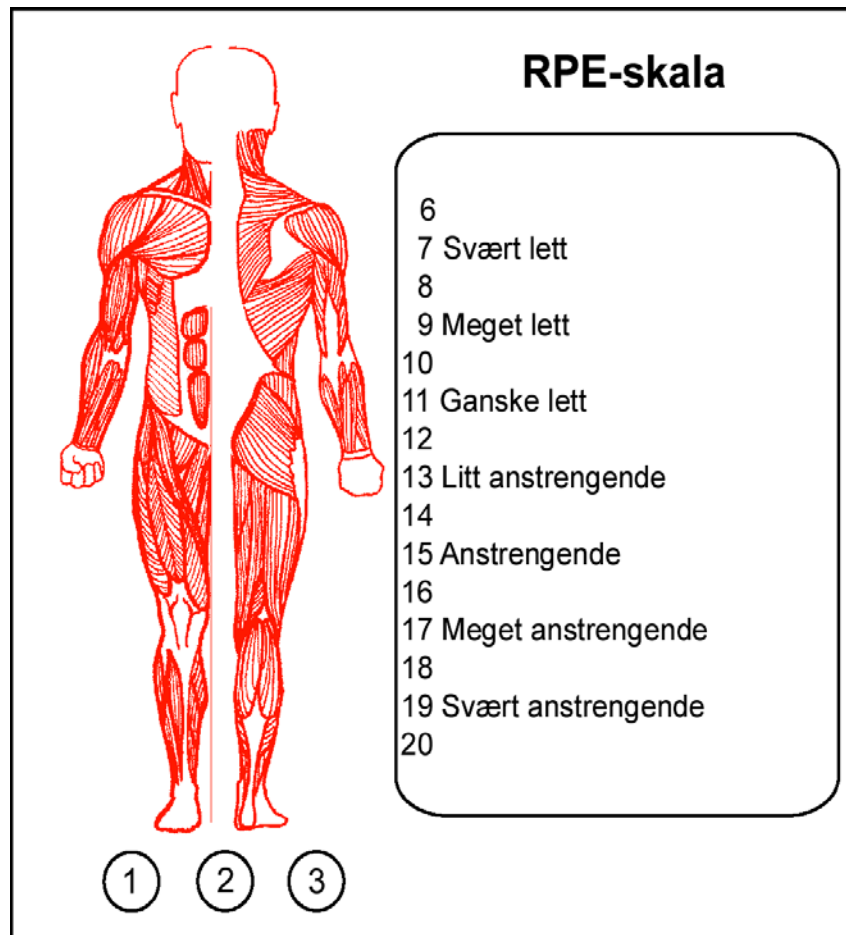
Tabell 1. Deltakende nasjoner, antall brytere og antall blodprøver per vektklasse samt gjennomsnittlig alder og kroppslengde under VM-studiene 1998 og 1999.

VM 1998	Vektclasser (kg)								Totalt
	54	58	63	69	76	85	97	130	
Danmark	-	-	-	-	-	-	✓	-	1
Estland	-	-	-	✓	✓	✓	-	✓	4
Ungarn	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-	4
Iran	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓	4
Japan	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
Norge	✓	-	✓	✓	✓	✓	-	-	5
România	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-	5
Sverige	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
Jugoslavia	-	-	-	-	✓	✓	✓	-	3
Antall brytere per vektklasse	5	4	5	6	5	7	6	4	42
Antall blodprøver per vektklasse	12	10	11	16	6	23	13	7	98
Alder (år) Middel	26.2	25.8	22.6	26.3	26.0	25.6	29.2	23.8	25.8
Lengde (m) Middel	1.61	1.69	1.69	1.73	1.77	1.81	1.83	1.88	1.75
VM 1999	54	58	63	69	76	85	97	130	Totalt
Norge	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-	4
Sverige	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	8
Antal brytere per vektklasse	2	1	1	2	2	2	1	1	12
Antall blodprøver per vektklasse	10	7	5	9	10	12	10	7	70
Alder (år) Middel	23.0	25.0	22.0	25.0	23.0	23.5	29.0	20.0	23.8
Lengde (m) Middel	1.64	1.69	1.77	1.73	1.77	1.84	1.89	1.92	1.77

Kampanalyser: Hver kamp med brytere som deltok i studien ble videofilmet. Videoene ble nøye analysert med hensyn til bryternes temporære arbeidsprofil, det vil si tiden for hvert arbeids- (bryte-) og hvileintervall (avbrytelse av dommer) i løpet av en kamp.

Melkesyrekonsentrasjon: Det ble tatt blodprøver fra en fingertupp fem minutter etter kamp. Denne 5 minutters utsettelsen mellom avsluttet kamp og blodprøve ble valgt med

hensyn til studier på maksimale melkesyrekonsentrasjoner etter harde arbeidsintervall (Hermansen m. fl. 1975) og prosedyre brukt av Cinar og Tamer (1994) på fristilsbrytere. Under VM 1999 ble det også målt såkalt restitusjonsmelkesyre 30 minutter etter endt kamp for å kunne beregne brytingens såkalte reduksjonsindeks i prosent for innholdet av melkesyre (melkesyre i blodet 5 minutter etter kamp) – (innholdet av melkesyre i blodet 30 minutter etter kamp)/ (innholdet av melkesyre i blodet 5 minutter etter kamp) x 100.



Figur 1. Den anatomiske figuren med RPE-skalaen fra Borg (1962) som ble benyttet i studien for egenvurdering av opplevd anstrengelse/trøtthet i ulike muskelgrupper.

Egenvurdering av opplevd anstrengelse/trøtthet (PRE): I forbindelse med at det ble tatt blodprøver, gjorde hver bryter en egenvurdering av opplevd anstrengelse/trøtthet i armer, bein, bol og generelt etter den såkalte RPE-skalaen (Borg 1962) og (Borg m. fl. 1985), (se figur 3). Bryterne ble også bedt om å peke ut på en anatomisk figur den eller de muskelgruppene som de kjente mest, nest mest og tredje mest trøtthet i.

Kort, full lengde og "sudden death" kamper: Brytekampene under VM 1998, der regelen om fem effektive kampminutter gjaldt, ble delt etter nøyaktige kampanalyser i korte, (under eller lik 289 sekund), kamper med full lengde (over eller lik 289 s og under eller lik 315 s) og kamper med "sudden death" (over eller lik 316 s).

De korte kampene sluttet enten med fall, teknisk overlegenhet eller diskvalifikasjon. I kamper med full lengde hadde en av bryterne tre eller flere poengs overtak etter full tid og ved "sudden death" forlenges kampen i maksimalt tre minutter når kamper etter full tid slutter med likt resultat eller ingen har oppnådd tre poeng.

Under VM 1999 med nye regler med 2x3 minutter med 30 sekunds pause imellom samt krysstakskobling etter en poengløs førsteperiode, ble kampene delt korte (under eller lik 347 s), full lengde (over eller lik 348 s og under eller lik 378 s) og "sudden death" (over eller lik 379 s).

Resultat

Etter som det ut fra fysiologisk synsvinkel faller naturlig at et visst arbeid med en viss tid og intensitet, gir opphav til en viss produksjon av melkesyre og av opplevd anstrengelse/trøtthet, blir resultatene presentert i følgende orden: arbeidskravprofil, melkesyrekonsentrasjon samt bryternes egenvurdering av opplevd anstrengelse eller trøtthet.

Gjennomsnittlig total kamptid, total arbeids- og hviletid: Den gjennomsnittlige totale arbeidstiden, som består av arbeids-(bryting) og hviletider (regelrelaterte avbrudd av dommer), under VM 1998 var for alle vektklasser 425 sekund med den korteste kamptiden på 324 s i klasse 63 kilo og den lengste på 535 s i klasse 76 kilo (se tabell 1). Gjennomsnittlig total arbeidstid var 317 s og total hvile 108 s i de 94 analyserte kampene. De gjennomsnittlige arbeidstidene var lengre enn 300 s (tilsvarende full kamplengde) for alle vektklasser foruten 58 og 63 kilo.

Tabell 2. Gjennomsnittlig total kamptid, total arbeids- og hviletid, antall avbrudd per kamp og antall analyserte kamper under VM 1998 og VM 1999 for alle vektklasser.

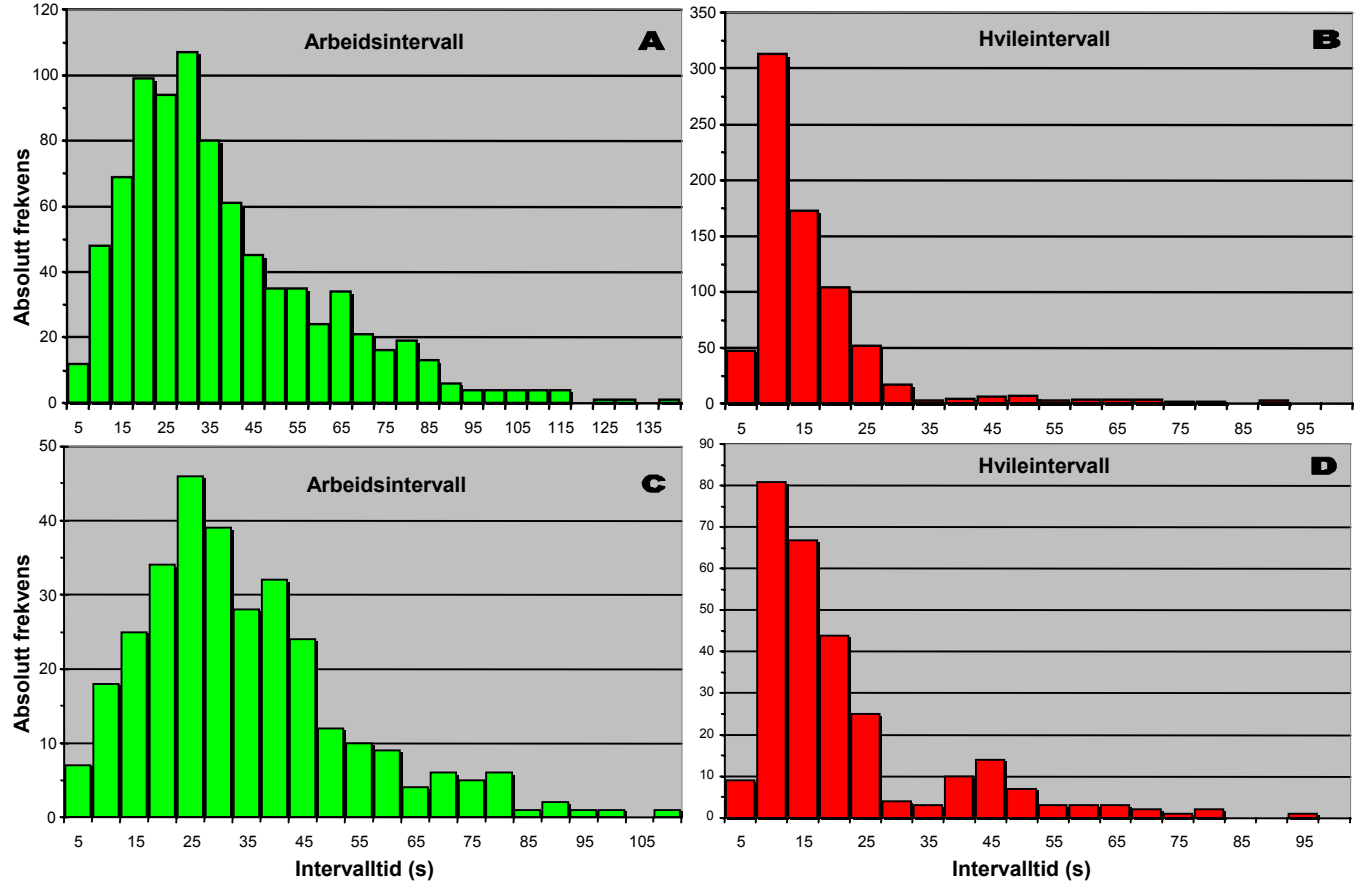
VM 1998	Vektklasser (kg)								Totalt
	54	58	63	69	76	85	97	130	
Total matchtid (s)	393	330	324	470	535	459	401	505	425
Total arbeidstid (s)	305	251	256	340	387	340	313	347	317
Total hviletid (s)	88	79	68	130	148	119	88	158	108
Antall avbrudd (n)	7	7	7	9	10	8	8	11	8
Antall matcher (n)	11	10	10	15	6	22	13	7	94
VM 1999	54	58	63	69	76	85	97	130	Totalt
Total matchtid (s)	392	522	624	546	484	514	356	286	456
Total arbeidstid (s)	258	363	418	340	332	319	237	212	301
Total hviletid (s)	134	159	206	206	152	195	119	112	160
Antall avbrudd (n)	8	10	10	13	10	8	7	7	8
Antall matcher (n)	4	3	2	4	5	6	6	3	33

Det er en tendens til lengre total arbeids- og hviletid fra klasse 69 kilo og oppover. Det synes å være lignende tendens for antall avbrudd per kamp.

De totalt 33 undersøkte kampene fra VM 1999 resulterte i gjennomsnittlig total kamptid på 456 s med en variasjon fra 286 s i klasse 130 kilo til 624 s i klasse 63 kilo. Tendensen fra 1998 var omtrent den samme for den totale arbeidstiden, 301 s mot 317 s, til tross for den nye regelen som var innført med 2x3 minutter effektiv kamptid. Den gjennomsnittlige totale hviletiden var 160 s, en økning med 52 s fra VM 1998.

Resultatene for den gjennomsnittlige totale arbeidstiden var lengre enn 360 s (tilsvarende full kamplengde med 2x3 min effektiv kamptid). En lignende tendens med hensyn til arbeids- og hviletid ble ikke funnet under VM 1999. Tendensen var snarere at de to tyngste vektklassene, 97 kilo og 130 kilo, hadde lavest verdier når det gjelder alle parametrene nevnt ovenfor (tabell 1).

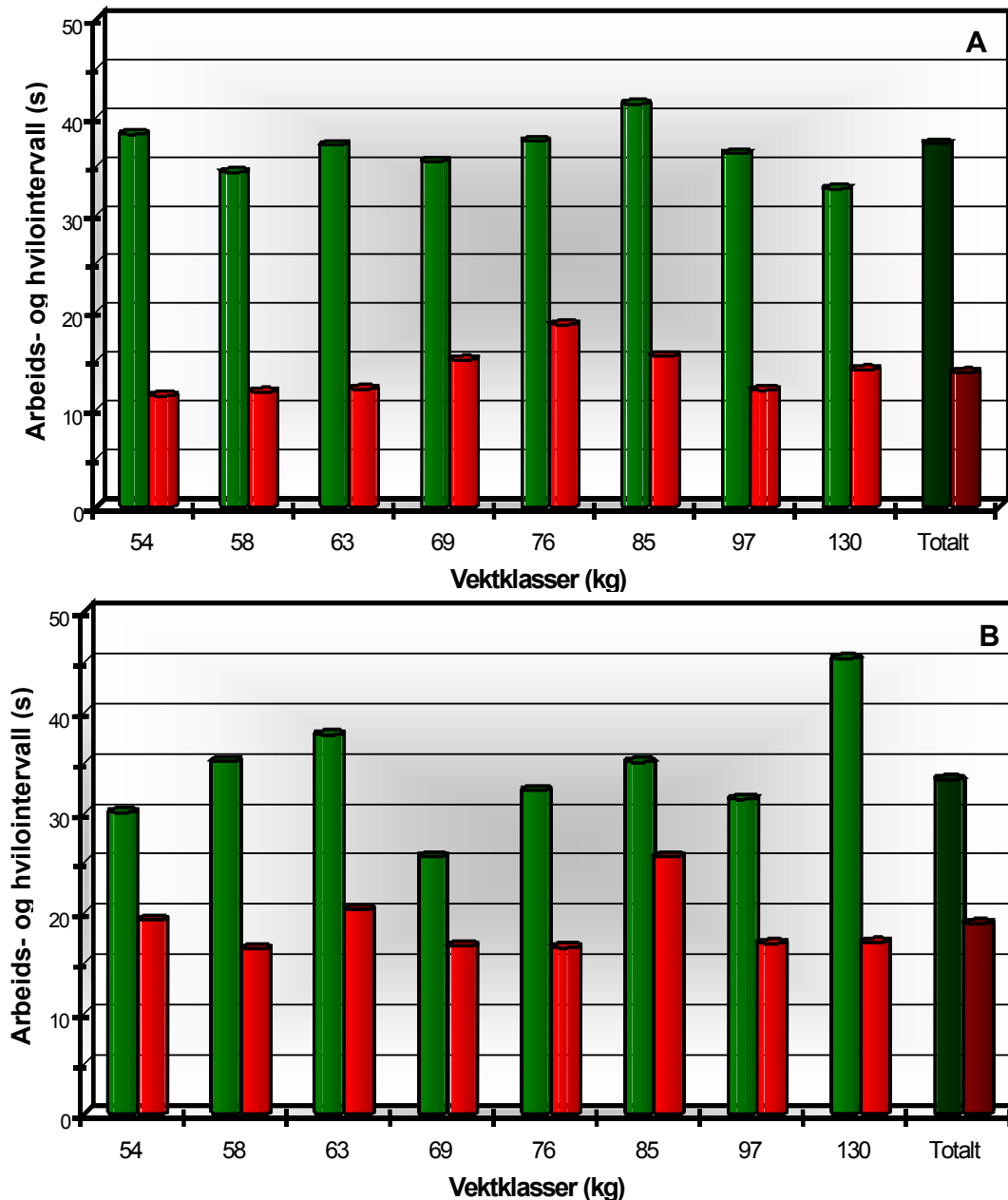
Arbeids- og hvileintervaller: På figur 2 A presenteres brytingens absolutte frekvensfordelig for arbeids- og hvileintervaller under VM 1998. Høyeste og laveste absolutte frekvensverdier for arbeidsintervaller ses mellom 10 og 40 s, mens akkumulerte toppverdier for hvileintervaller ses mellom 5 og 15 s. Det bør også noteres at det foreligger verdier med hensyn til arbeidsintervaller på over 140 s, det vil si utenfor tidsaksen på figur 2 A. Tilsvarende frekvensdiagram for VM 1999 (figur 2 B) viser lignende tendenser for arbeids- og hvileintervaller.



Figur 2: Absolutt frekvensfordeling for arbeids- og hvileintervaller (bryting og hvile) for alle undersøkte kamper under VM 1998 (A) og under VM 1999 (B). Intervallinndeling per 5 s.

Analyserte arbeids- og hvileintervaller for ulike vektklasser fra VM 1998 og 1999 er vist på figur 3 A og B. De gjennomsnittlige arbeids- og hvileintervallene under VM 1998 var 37 respektive 14 s, mens tilsvarende tall for VM 1999 var 33 respektive 19 s. Relativt små avvikelser kunne ses i arbeids- og hvileintervall mellom de to VM-studiene og mellom de ulike vektklassene (figur 3).

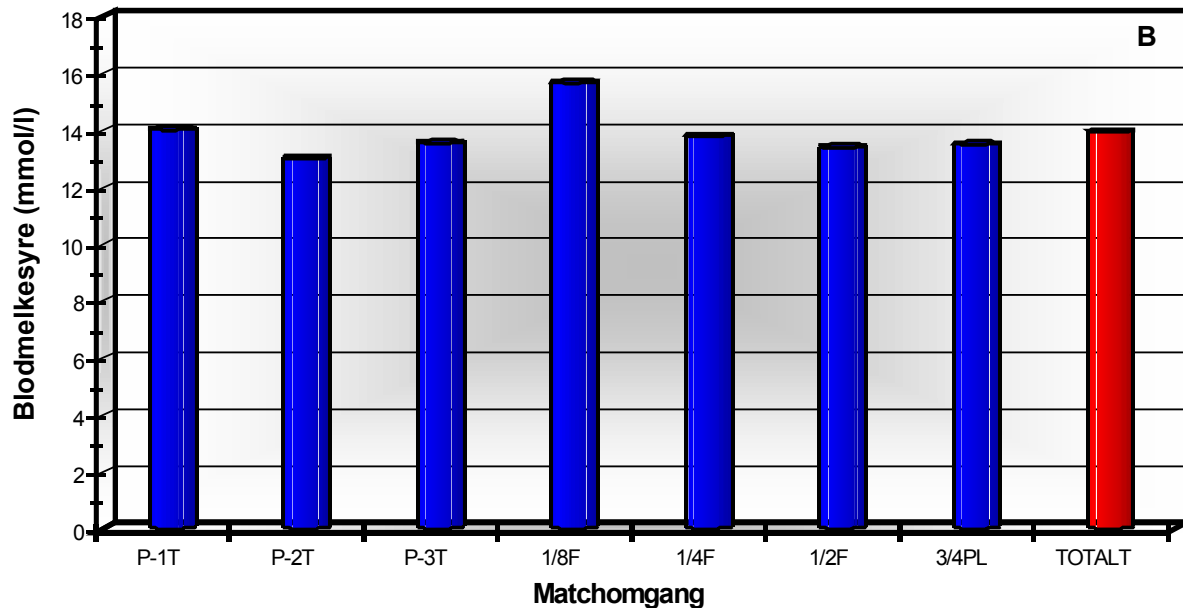
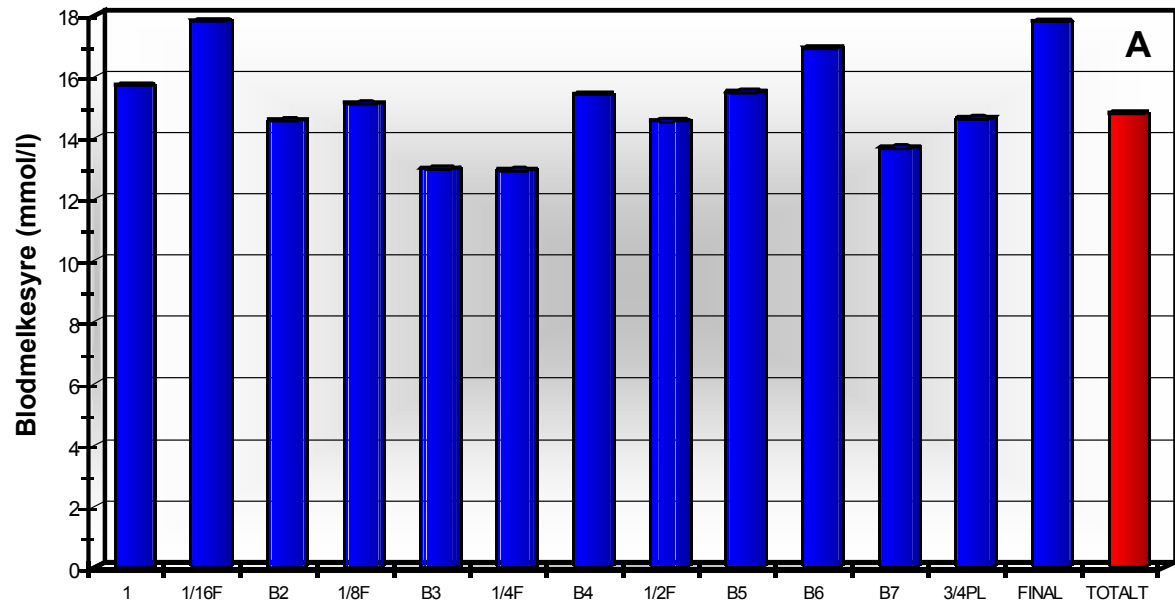
Kamper med kort, full lengde og "sudden death": Tiden for de korte, full lengde og "sudden death"-kampene under VM 1998 var i gjennomsnitt 152, 302 respektive 442 s. Tilsvarende sifre for VM 1999 viser lignende tendenser for arbeids- og hvileintervaller.



Figur 3: Gjennomsnittlige arbeids- (grønn søyle) og hvileintervaller (rød søyle) både totalt og for alle vektklasser under VM 1998 (A) og under VM 1999 (B).

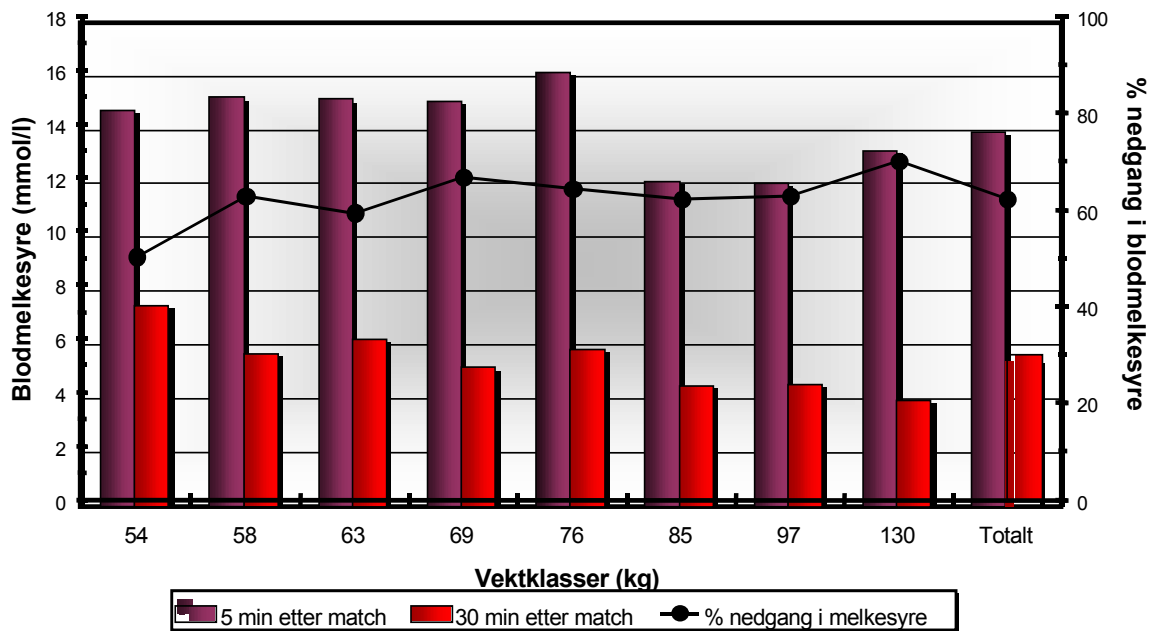
Kamper med kort, full lengde og "sudden death": Tiden for de korte, full lengde og "sudden death"-kampene under VM 1998 var i gjennomsnitt 152, 302 respektive 442 s. Tilsvarende sifre for VM 1999 var 216, 360 respektive 481 sekund under VM i 1999. Den gjennomsnittlige arbeidstidsøkning, rundt 60 s for de korte og rundt 40 s for "sudden death"-matchene under VM 1999 kan være et resultat av innføringen av seks i stedet for fem effektive matchminutter.

Melkesyrekonsentrasjonen i blodet: Den gjennomsnittlige melkesyrekonsentrasjonen i blodet 5 minutter etter kamp under VM 1998 var 14,8 millimol/liter blod (mmol/l) med en variasjon på 6,9 til 20,6 mmol/l. Under VM 1999 ble mengden av registrert blodmelkesyre noe lavere, i gjennomsnitt 13,9 mmol/l med variasjon fra 7,3 til 18,6 mmol/l (figur 4 og 5). Figur 4 A viser gjennomsnittlig blodmelkesyrekonsentrasjon for



Figur 4: Gjennomsnittlig konsentrasjon av melkesyre i blodet både totalt og fra ulike kampomganger under VM 1998 (diagram A) og VM 1999 (diagram B). 1 = første omgang, P-1-3T = poolomgang, B2-7 = kvalifiseringsomgang, 1/2F = semifinale, 3/4PL = match om 3-4 plass, Finale = match 1-2 plass.

ulike kampomganger under VM 1998 mens figur 4 B viser tilsvarende for de ulike kampomgangene under VM 1999. I relasjon til stigende kampomganger, kunne man verken under VM 1998 eller under VM 1999 se noen progressiv endring i melkesyre konsentrasjonen i blodet. Med andre ord ble det ikke registrert noen stigning i konsentrasjonen av melkesyre i blodet jo nærmere finaleomgangen man kom. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av melkesyre i blodet viste en liten, men ikke signifikant, økning i kamper med varighet fra kort til full lengde og "sudden death".



Figur 5. Gjennomsnittlig konsentrasjon av blodmelkesyre 5 og 30 minutter etter kamp (søyler) samt reduksjonsindeks for blodmelkesyre i prosent (linje) totalt og for alle vektclasser.

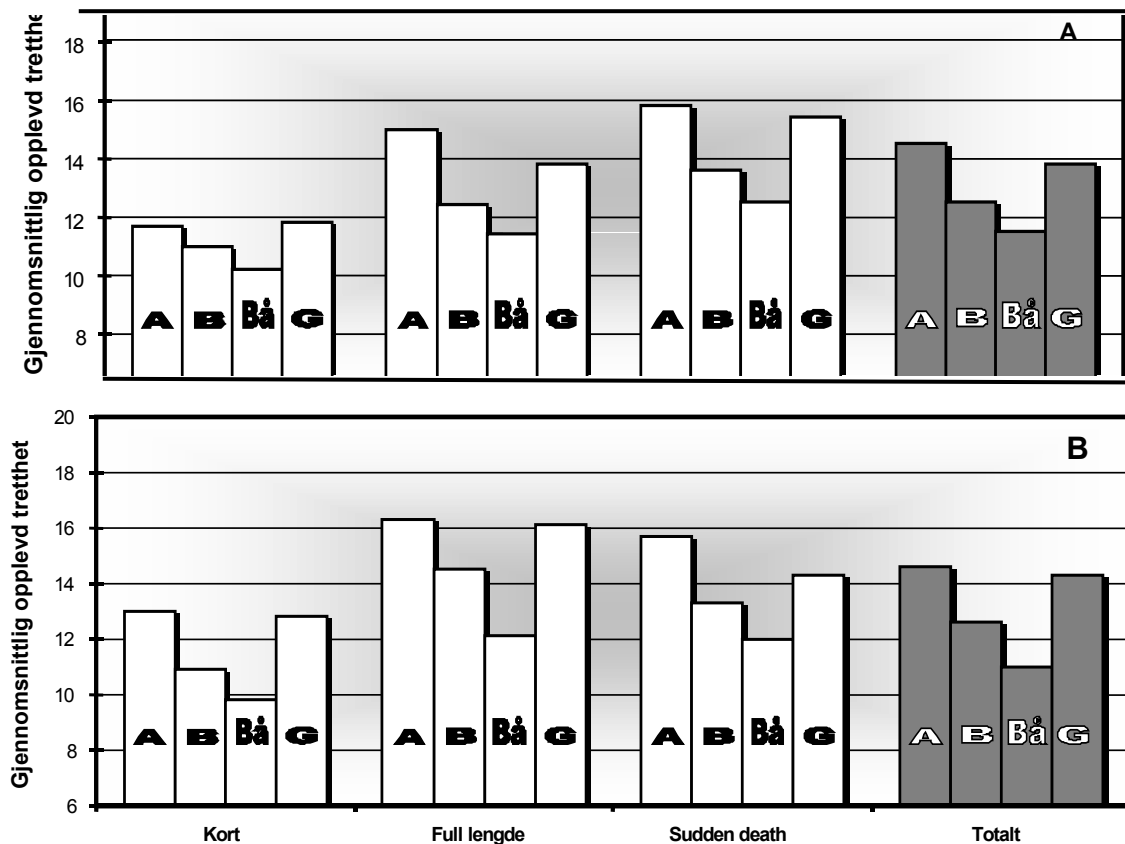
I forbindelse med VM 1999 ble det også tatt blodprøver 30 minutter etter kamp for å kunne bestemme den såkalte blodmelkesyurereduksjonsindeksen i prosent (figur 7).

Faktarute: *Blodmelkesyre eller blodlaktat* er et slaggprodukt som produseres ved nedbryting av glykogen under høyintensivt korttidsarbeid. Glykogen er den lagrede formen av kullhydrater i lever og muskulatur. Ved høyintensivt korttidsarbeid ansamles høyt innhold av melkesyre i den arbeidende muskulaturen. Dette blir i sin tur spedd ut i blodet etter en viss forsinkelse. For å kunne finne den maksimale melkesyrekonsentrasjonen i blodet, tar man vanligvis blodprøver 1, 3 og 5 minutter etter endt arbeid. Tommelfingerregelen er at jo mer intensivt arbeid man utfører desto større glykogenforbruk og desto høyere innhold av slaggproduktet melkesyre kan spes ut i blodbanen. Fulle glykogendepoter kan tømmes helt allerede etter én times høyintensiv arbeidsøkt. Fenomenet "møte veggen" inntreffer akkurat når utøveren har tømt sine glykogenlagre, gjerne på grunn av at hun/han rent taktisk har gått ut for hardt i begynnelsen av f eks en brytekamp. Melkesyrekonsentrasjonen i blodet har en 30-minutters halveringstid, hvilket kort innebærer at om en idrettsmann har 20 mmol/l i maksimal blodmelkesyre så bør den ligge rundt 10 mmol/l etter 30.

(Fakta fra Hermanssen m fl 1975, Åstrand & Rodahl 1986)

Resultatene viste at bryternes blodmelkesyre mellom 5 og 30 minutter etter kampen sank i gjennomsnitt med til 5,4 mmol/l, hvilket tilsvarer en blodmelkesyrereduksjonsindeks på 62 % (figur 7). Dette innebærer at bryterne 30 minutter etter kamp omsatte i gjennomsnitt 62 % av den blodmelkesyrekonsentrasjonen som ble målt 5 minutter etter kamp. På figur 7 ser man også at man finner lavest reduksjonsindeks på 50 % i klasse 54 kg, mens den høyeste verdien på 70 % finnes i klasse 130 kg.

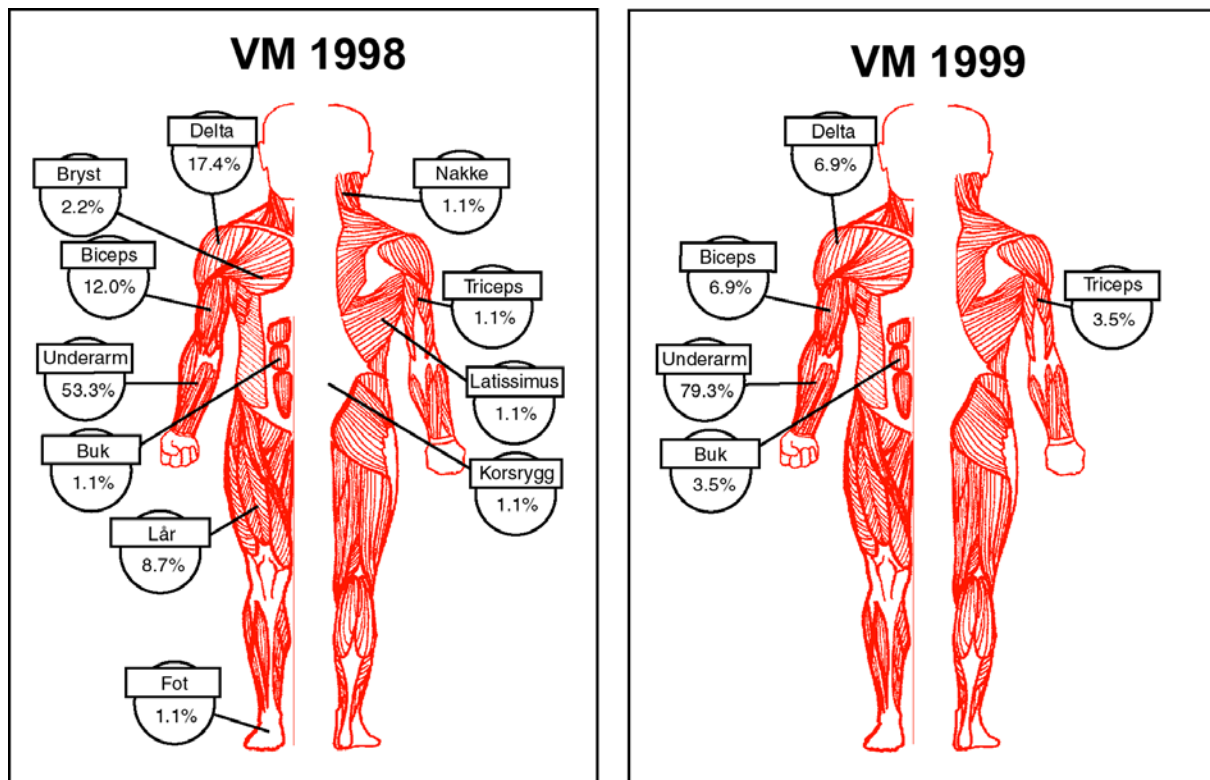
Egenvurdering av opplevd anstrengelse: Under alle kamper både i VM 1998 og



Figur 6. Gjennomsnittlig egenvurdering av opplevd anstrengelse i armer (A), bein (B), bol (Bå) samt generelt (G) både totalt og ved korte, full lengde og "sudden death"-kamper under VM 1998 (diagram A) og VM 1999 (diagram B).

1999 var den gjennomsnittlige egenvurderingen av opplevd total anstrengelse/tretthet rundt 14 på RPE-skalaen (figur 6). Som for melksyrekonsentrasjonen i blodet fant man ingen progressiv forandring i sammenheng med vurdert anstrengelse i høyere kampomganger, det vil si kamper nærmere finaleomgangen.

På figur 6 vises den gjennomsnittlige egenvurderingen av anstrengelsen i armer, bein, bol og generelt etter korte, full lengde og "sudden death"-kamper. Sammenlignet med VM 1998 var den egenvurderte anstrengelsen under VM 1999 noe høyere for kamper som var korte og med full lengde, mens tendensen var omtrent den samme både totalt og i "sudden death"-kamper.



Figur 9. Prosent førstehåndvalg ved egenvurdering av opplevd anstrengelse under VM 1998 og 1999. Legg merke til at under begge VM-studiene opplevde bryterne mest tretthet i underarmsmuskulaturen, 53,3 % respektive 79,3 %.

Brytternes egenvurderingsresultat fra både VM 1998 og 1999 med hensyn til prosent førstehåndvalg av egenvurdert opplevd anstrengelse i ulike muskelgrupper vises i figur 9. Majoriteten av bryterne i VM 1998 vurderte anstrengelsen størst i underarmsmuskulaturen (53 %), fulgt av deltamuskulaturen (17,4 %), biceps (12%) og lårmuskulaturen (8,7 %). De nevnte muskelgruppene ble også vurdert høgt i andre- og tredjevalget.

Førstehåndvalget ved egenvurdering av opplevd anstrengelse under VM 1999 økte for underarmsmuskulaturen til 79,3 %, tilsvarende en økning på 26 % sammenlignet med VM 1998, fulgt av delta- og bicepsmuskulaturen med 6,9 % og triceps- og bukmuskulaturen med 3,5 %.

Diskusjon

Arbeidsprofil: Under VM 1998 ble det registrert gjennomsnitt kamptider, inklusive arbeids- og hvileperioder, for alle vektklasser 425 sekund (rundt 7 minutter) med en variasjon fra 324 til 535 s, mens tilsvarende tall fra VM 1999 var 456 s med en variasjon

fra ... til Lengste enkelte kamptid notert i VM 1998 var 778 s og under VM 1999 790 s. Begge tilsvarer rundt 13 minutter reell tid (inklusive arbeids- og hvileperioder).

Resultatene fra de gjennomsnittlige bryte- og hvileintervallene, den såkalte arbeidskravsprofilen, gir pekepinne mot hvilke bryte- og hviletider som forekommer under mesterskap og dermed et godt underlag for treningsoptimering med hensyn til arbeids- og hviletider.

Blodmelkesyrekonsentrasjonen og egenvurdert opplevd anstrengelse: Det bør legges stor vekt på lokale faktorer da store mengder av melkesyre kan ansamles i visse arbeidende muskelgrupper som i for eksempel i underarmene i harde brytekamper. Den store ansamlingen av melkesyre i blodet kommer for en stor del av såkalte okklusjoner eller avstengninger av blodtilførselen på grunn av at selve muskelarbeidet og dets belastningsgrad samt motstanderens påvirkning på kroppen.

Referanser

Barnes, W.S. *The relationship between maximum isometric strength and intramuscular circulatory occlusion.* Ergonomics, Vol. 23, No. 4, 351-357, 1980.

Borg, G. *Physical performance and perceived exertion.* Avhandling, Gleerups, Lund, 1962.

Borg, G., Ljungren, G & Ceci, R. *The increase of perceived exertion , aches and pain in leg, heart and blood lactate during exercise on a bicycle ergometer.* Eur. J. Appl. Physiol., 54, 343-349, 1985.

Cinar, G. & Tamer, K. *Lactate profiles wrestlers who participated in 32nd European free-style wrestling championship in 1989.* J. Sports Med. And Physical Fitness, Vol. 34, No. 2, 156-160, 1994.

Csergö, G., Nilsson, J., Gullstrand, L., Refsnes, P. & Tveit, P. *Work profile, work and recovery blood lactate concentration and rated perceived exertion in the 1999 World Greco-Roman Wrestling Championship.* Under bearbeidelse, 2001.

Eiken, O. & Bjurstedt, H. *Dynamic exercise in man as influenced by experimental restriction of blood flow in working muscles.* Acta Physiol. Scand. , 131: 339-346, 1987.

Hermansen, L., Maelum, E., Pruett, E.D.R., Vaage, O., Waldum, H. & Wessel-Aas, T. *Lactate removal of rest and during exercise.* In: (eds. H. Howard & J.R. Portmans) *Metabolic adaption to prolonged physical exercise*, 101-105, Birkhauser Verlag, Basel, 1975.

Horswill, C.A. *Applied physiology of amateur wrestling.* Sport Med., 14 (2): 114-143, 1992.

Nilsson, J., Csörgö, G., Gullstrand, L., Refsnes, P & Tveit, P. *Work profile, work and recovery blood lactate concentration and rated perceived exertion in the 1998 World Greco-Roman Wrestling Championship*. Under bearbeidelse, 2001.